

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОНОМНОЇ НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ**

**Волков О. Є., Комар М. М., Волошенюк Д. О., Господарчук О. Ю.**  
*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій  
та систем НАН та МОН України*  
**03187, м. Київ, вул. Академіка Глушкова, 40**

У наш час основу навігаційних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА) складають приймачі супутникових навігаційних систем (СНС), які комплексовано з інерційною навігаційною системою, оснащеною акселерометрами та гіроскопами. Така система забезпечує досить точне визначення місця розташування БпЛА і параметрів його руху при наявності прийому сигналів СНС.

Проте, при відсутності корекції від СНС інерційна система не в змозі здійснювати автономне визначення пройденого шляху через високі швидкості дрейфу гіроскопічних датчиків. Деякі зразки здатні підтримувати точність протягом декількох хвилин відсутності сигналу СНС на рівні 100-150 метрів. При цьому, як правило, потрібна підтримка режиму прямолінійного руху без прискорень. Відсутність або навмисне придушення сигналів СНС призводить до неможливості точно визначити власні координати і, як наслідок, виконати політ по заданому маршруту.

Використання традиційних систем позиціонування може бути ускладнене або взагалі неможливе з ряду причин: рельєф місцевості, міські будівлі, недостатня точність, ворожий вплив у вигляді цілеспрямованого глушіння сигналу або атаки типу «спуфінг», і т.д.

У зв'язку з цим виникає актуальне завдання розробки додаткового джерела навігаційної інформації, яке повинно забезпечити можливість визначення поточних координат БпЛА в моменти часу, коли інформація від СНС недоступна або не забезпечує необхідної точності позиціонування. Тобто, має забезпечуватись перехід БпЛА в автономний режим, коли керування навігацією БпЛА відбувається виключно бортовим комп'ютером без участі оператора.

Одним з варіантів вирішення завдань автономної навігації і автоматичного позиціонування БпЛА є використання на борту БпЛА фото-та/або відеокамер із застосуванням алгоритмів і методів комп'ютерного зору. Така технологія автономної навігації має покроково оцінювати положення апарату залежно від того, як змінюється зображення оптичного поля земної поверхні, отримане з відеокамери, під часу руху літального апарату у навколишньому середовищі. Принцип роботи зазначеної навігаційної системи засновується на порівнянні опорного і контрольного зображень оптичного поля земної поверхні.

Процес автономної навігації БпЛА включає в себе наступні основні етапи:

- отримання опорних зображень і їх попередню обробку;
- виділення контрольних точок на підставі зовнішніх орієнтирів;
- отримання та обробка контрольних знімків з камери БпЛА;
- зіставлення контрольних знімків з опорними;
- визначення поточних координат і орієнтації БпЛА;
- коригування траєкторії польоту БпЛА.

В якості зовнішніх орієнтирів (контрольних точок) можуть бути використані такі об'єкти як: будівлі, автомобільні дороги, злітно-посадкові смуги, елементи рельєфу місцевості, річки, озера, тощо. Географічні координати таких об'єктів повинні бути заздалегідь відомі. Кожному орієнтиру присвоюється його унікальний опис (дескриптор), який в подальшому використовується при зіставленні зображень для зменшення похибок у разі наявності на отриманому при польоті контрольному фотознімку декількох орієнтирів, які співпадають з орієнтиром на опорному зображенні.

Перед польотом БпЛА необхідне формування опорного зображення карти ймовірної зони польоту БпЛА, що робиться автоматично за допомогою алгоритму перетворення зображення. БпЛА, виконуючи політ за відсутності сигналу СНС, періодично фотографує земну поверхню, створюючи послідовність контрольних знімків. Цим знімкам відповідають деякі області на вихідній карті (опорному зображенні). Система знаходить відповідність отриманого контрольного знімка ділянці на опорному зображенні і визначає координати розташування БпЛА.

Застосування запропонованої інформаційної технології дозволить створювати нові системи навігації БпЛА високої точності навіть з використанням апаратної частини відносно низької вартості. Це досягається комплексуванням недорогих інерційних навігаційних систем, оснащених мікромеханічними датчиками руху (акселерометрами і гіроскопами) зі супутниковою навігаційною системою та доповненням цих двох систем новим джерелом інформації для підвищення точності визначення координат БпЛА.

Впровадження запропонованої технології автономної навігації БпЛА дозволить отримати суттєві конкурентні переваги у порівнянні із БпЛА, на борту яких відсутні технології комп'ютерного зору. Реалізація технології передбачає використання доступних мікроконтролерів, а також мінімальні зміни у конструкції та масі БпЛА при інтеграції на борт, що в свою чергу позитивно вплине на розширення можливості застосування БпЛА та буде мати високу економічну ефективність.

Все вищезазначене приведе до здешевлення навігаційної системи БпЛА з одночасним збереженням високої точності системи та ринкової конкурентоздатності.